

II. TINJAUAN PUSTAKA

A. Deskripsi *Yoghurt* dan Es krim

Yoghurt merupakan salah satu jenis pangan yang diperoleh dari fermentasi susu dengan bantuan bakteri asam laktat seperti *Lactobacillus bulgaricus* dan *Streptococcus thermophilus* atau bakteri asam laktat lain, serta tanpa atau dengan penambahan bahan pangan lain dan bahan tambahan pangan yang diinginkan (Badan Standarisasi Nasional, 2009). Pembuatan *yoghurt* terdiri dari 4 tahap, yaitu: (1) pasteurisasi/ pemanasan susu, (2) penambahan kultur *starter* bakteri asam laktat, (3) inkubasi (fermentasi), dan (4) pendinginan. Pemanasan berfungsi menginaktivasi dan menghancurkan organisme patogen seperti *Salmonella* sp dan *Escherichia coli*. Selain itu, perlakuan pemanasan akan memengaruhi protein susu guna memperoleh gumpalan protein yang kompak dan menyebabkan terjadinya pelepasan oksigen sehingga tercipta kondisi anaerob selama proses fermentasi (Helferich & Westhof, 1980). Produk *yoghurt* yang baik kualitasnya harus memenuhi syarat mutu *yoghurt* menurut Badan Standarisasi Nasional (2009), yaitu seperti pada Tabel 1.

Kebanyakan *yoghurt* yang umum dijual di pasaran adalah *yoghurt* probiotik, probiotik sendiri merupakan mikroorganisme hidup yang mampu memberikan efek kesehatan bagi tubuh bila dikonsumsi dalam jumlah cukup (Lambert dkk., 2008). Jumlah minimum probiotik hidup yang dikonsumsi pada produk pangan menurut *International Dairy Federation* (IDF) yaitu 10^6 koloni/mL (Indratiningsih dkk., 2004).

Tabel 1. Syarat Mutu *Yoghurt* (SNI 2981:2009)

No.	Kriteria Uji	Satuan	Yoghurt tanpa perlakuan panas setelah fermentasi			Yoghurt dengan perlakuan panas setelah fermentasi		
			Yoghurt	Yoghurt rendah lemak	Yoghurt tanpa lemak	Yoghurt	Yoghurt rendah lemak	Yoghurt tanpa lemak
1.	Keadaan							
1.1	Penampakan	-	Cairan kental-padat			Cairan kental-padat		
1.2	Bau	-	Normal/khas			Normal/khas		
1.3	Rasa	-	Asam/khas			Asam/khas		
1.4	Konsistensi	-	Homogen			Homogen		
2.	Kadar lemak (b/b)	%	Min. 3,0	0,6-2,9	Maks. 0,5	Min. 3,0	0,6-2,9	Maks. 0,5
3.	Total padatan susu bukan lemak (b/b)	%	Min. 8,2			Min. 8,2		
4.	Protein (N×6,38)(b/b)	%	Min. 2,7			Min. 2,7		
5.	Kadar abu (b/b)	%	Maks. 1,0			Maks. 1,0		
6.	Keasaman (dihitung sebagai asam laktat) (b/b)	%	0,5-2,0			0,5-2,0		
7.	Cemaran logam							
7.1	Timbal (Pb)	mg/kg	Maks. 0,3			Maks. 0,3		
7.2	Tembaga (Cu)	mg/kg	Maks. 20,0			Maks. 20,0		
7.3	Timah (Sn)	mg/kg	Maks. 40,0			Maks. 40,0		
8.	Arsen	mg/kg	Maks. 1,0			Maks. 1,0		
9.	Cemaran mikrobial							
9.1	Bakteri <i>Coliform</i>	APM/g atau koloni/g	Maks. 10			Maks. 10		
9.2	<i>Salmonella</i>	-	Negatif/ 25 g			Negatif/ 25 g		
9.3	<i>Listeria monocytogenes</i>	-	Negatif/ 25 g			Negatif/ 25 g		
10	Jumlah bakteri starter*	Koloni/g	Min. 10 ⁷			-		

Sesuai dengan pasal 2 (istilah definisi)

(Sumber : Badan Standarisasi Nasional, 2009)

Probiotik yang umum pada kolon manusia adalah *Lactobacilli*, *Bifidobacteria*, dan *Stereptococci* (Kukkonen, 2008; Gibson, 2000; Gibson dan Roberfroid, 1995). Keberadaan bakteri menguntungkan pada kolon harus dipertahankan karena memiliki manfaat kesehatan yaitu memperbaiki sistem imun, memperbaiki pencernaan dan penyerapan zat gizi, menekan pertumbuhan bakteri patogen, serta menurunkan kolesterol darah (Gibson, 2004). Selain *yoghurt* probiotik, juga terdapat *yoghurt* sinbiotik, yaitu *yoghurt* yang dibuat dengan menambahkan sumber prebiotik pada *yoghurt* probiotik.

Gabungan antara probiotik dan prebiotik memiliki efek kesehatan yang dapat mempengaruhi mikroflora pada usus dan secara tidak langsung berdampak pada kesehatan saluran pencernaan dan sistem imun, yaitu dengan meningkatkan proteksi patogen yang masuk ke dalam tubuh. Penambahan sumber prebiotik sendiri berfungsi sebagai substrat yang membantu meningkatkan pertumbuhan dan viabilitas satu atau lebih bakteri probiotik (Schrezenmeir, 2001). Menurut Scholz-Ahrens dkk (2001) dan Roberfroid (2001), prebiotik sebagai bahan pangan yang tidak dapat dicerna tubuh, namun dapat difermentasi secara selektif oleh mikroflora kolon. Prebiotik akan menstimulasi pertumbuhan dan aktivitas mikrobial yang bermanfaat untuk kesehatan tubuh.

Yoghurt adalah produk fermentasi susu yang menggunakan *starter* berupa bakteri asam laktat (BAL) dan dikenal sebagai salah satu jenis minuman probiotik (Winarno & Fernandes, 2007). *Starter* merupakan bagian penting dalam pembuatan *yoghurt* (Rahman dkk., 1992). *Starter* dalam pembuatan *yoghurt* adalah bakteri asam laktat (BAL) yang memiliki kemampuan mengubah laktosa menjadi asam laktat (Axelsson, 2004).

BAL secara umum digolongkan menjadi 2 golongan, yaitu bakteri heterofermentatif dan homofermentatif. Bakteri asam laktat heterofermentatif mampu melakukan fermentasi glukosa membentuk asam laktat dengan jalur fosfoketolase dan menghasilkan asam laktat, etanol, asam asetat, asam format dan CO₂. Bakteri asam laktat homofermentatif mampu mengubah seluruh glukosa menjadi asam laktat dengan jalur glikolisis dan menghasilkan asam

laktat, CO₂ serta berbagai asam volatil lainnya. Contoh BAL homofermentatif adalah *L. acidophilus*, *L. bulgaricus*, *L. helveticus*, *L. lactis*, dan *Streptococcus* sedangkan BAL heterofermentatif antara lain *Leuconostoc* dan beberapa spesies *Lactobacillus* seperti *L. fermentum*, *L. brevis*, *L. plantarum*, *L. buchneri*, dan *L. rhamnosus* (Axelsson, 2004).

Dua bahan utama dalam pembuatan yoghurt adalah susu segar dan susu skim. Susu segar mengandung 12,7% bahan kering, dimana bahan kering ini akan difermentasi menjadi *yoghurt* dan dapat mempengaruhi kekentalan dan keasaman *yoghurt*. Semakin banyak susu (karbohidrat) yang digunakan, maka semakin tinggi asam laktat yang terbentuk sehingga keasaman pada *yoghurt* semakin meningkat (Aditya, 2010). Penambahan susu skim dalam pembuatan *yoghurt* berfungsi sebagai pengganti laktosa dan dapat memperbaiki tekstur *yoghurt* (Sayuti dkk., 2013).

Kandungan protein susu skim cukup tinggi, semakin tinggi penambahan susu skim pada *yoghurt*, maka kandungan protein pada *yoghurt* juga semakin banyak. Ketika proses fermentasi, protein akan terkoagulasi sehingga *yoghurt* akan mengental. Penambahan susu skim sebanyak 10% akan membentuk gumpalan protein yang baik, jika susu skim yang ditambahkan sekitar 5-7%, *yoghurt* yang dihasilkan encer (Selamat, 1992). Sebaliknya, jika penambahan susu skim yang terlalu tinggi (sekitar 20%), gumpalan protein yang dihasilkan padat dan pecah (Yulianis, 2004).

Es krim merupakan makanan semi padat, dibuat melalui proses pembekuan campuran susu atau tepung es krim, lemak hewani atau nabati, gula, dan atau tanpa bahan pangan lain atau bahan tambahan pangan yang diizinkan (Badan Standarisasi Nasional, 1995). Jika dilihat dari nilai gizinya, es krim merupakan pangan tinggi kalsium serta protein, hal ini dikarenakan komponen utamanya adalah susu. Zat gizi seperti kalsium dan protein sangat diperlukan semua usia, oleh karenanya es krim menjadi salah satu pangan yang banyak dinikmati oleh semua usia (Hartatie, 2011).

Prinsip utama pembuatan es krim adalah pembentukan rongga udara pada campuran bahan, sehingga terjadi peningkatan volume yang membentuk es krim menjadi tidak terlalu padat, lebih ringan, serta bertekstur lembut (Padaga & Sawitri, 2005). Emulsi beku pada es krim akan terlalu dingin dan berlemak jika tidak terdapat udara, namun jika terlalu banyak udara pada es krim membuat teksturnya terasa lebih cair dan hangat sehingga mempengaruhi organoleptik (Marshall & Arbuckle, 1996).

Komponen terpenting dari es krim adalah lemak susu serta susu skim. Jika pembuatannya menggunakan buah maka kandungan lemak susu 5 % atau 7,5 %, kandungan susu skim 7,5 % atau 2,0 %. Proses pembuatan es krim terdiri dari beberapa tahap, yaitu persiapan bahan, pencampuran, pasteurisasi, homogenisasi, pendinginan, dan pengemasan. Pasteurisasi sendiri berfungsi untuk membunuh mikroorganisme patogen, sedangkan homogenisasi bertujuan untuk meningkatkan kekentalan adonan. Tahap pendinginan

dilakukan guna menghentikan pemanasan agar tidak berlanjut (Hartatie, 2011).

Selama proses pembekuan, adonan harus terus digoncang-goncang, karena pengocokan/pengadukan merupakan kunci dari pembuatan es krim (Hartatie, 2011). Tujuan dari pengguncangan ini adalah untuk memperkecil ukuran kristal es yang terbentuk dan terjadi homogenisasi udara dalam adonan es krim sehingga menghasilkan busa yang homogen/seragam (Ismunandar, 2004; Hartatie, 2011). Menurut Harris (2011), kualitas es krim yang baik harus memenuhi persyaratan komposisi umum *Ice Cream Mix* (ICM) yang dapat dilihat pada Tabel 2, sedangkan syarat mutu es krim menurut SNI 01-3713-1995 dapat dilihat pada Tabel 3.

Tabel 2. Komposisi Umum Es Krim

Komposisi	Jumlah (%)
Lemak susu	10 – 16%
Bahan kering tanpa lemak	9 – 12%
Bahan pemanis gula	12 – 16%
Bahan penstabil	0 – 0,4%
Bahan pengemulsi	0 – 0,25%
Air	55 – 64%

Sumber : Harris (2011)

Tabel 3. Syarat Mutu Es Krim SNI 01-3713-1995

No.	Kriteria Uji	Satuan	Persyaratan
1	Keadaan		
-	Penampakan	-	Normal
-	Bau	-	Normal
-	Rasa	-	Normal
2	Lemak	% b/b	Minimum 5,0
3	Gula (Sukrosa)	% b/b	Minimum 8,0
4	Protein	% b/b	Minimum 2,7
5	Total padatan	% b/b	Minimum 3,4

Lanjutan Tabel 3. Syarat Mutu Es Krim SNI 01-3713-1995

No.	Kriteria Uji	Satuan	Persyaratan
6	Bahan tambahan makanan		
	- Pewarna tambahan*		
	- Pemanis buatan	-	Negatif
	- Pemantap dan pengemulsi		
7	Cemaran Logam		
	- Timbal (Pb)	mg/kg	Maks. 1,0
	- Tembaga (Cu)	mg/kg	Maks. 20,0
8	Cemaran Arsen (As)	mg/kg	Maks. 0,5
9	Cemaran Mikrobial		
	- Angka lempeng total	koloni/g	Maks. 2×10^5
	- MPN coliform	APM/g	< 3
	- Salmonella	koloni/25 g	Negatif
	- Listeria spp	koloni/25 g	Negatif

(Sumber : Badan Standarisasi Nasional, 1995)

Es krim *yoghurt* sinbiotik merupakan es krim yang dibuat menggunakan *yoghurt* sinbiotik sebagai bahan utama atau tambahan (Puspitasari dkk., 2009). *Yoghurt* sinbiotik dibuat dengan menambahkan dan mengkombinasikan antara sumber probiotik dan sumber prebiotik (Yulinery dkk., 2006). Suhu penyimpanan beku yang normal pada es krim adalah -10°C hingga -18°C (Puspitasari dkk., 2009).

Menurut Muhandri & Kadarisman (2008), kualitas suatu produk pangan merupakan kesesuaian serangkaian karakteristik pada produk pangan dengan standar syarat mutu yang sudah ditetapkan dan penerimaan oleh konsumen. Agar dihasilkan kualitas es krim probiotik yang baik, diperlukan waktu pemeraman dengan bakteri prebiotik yang tepat pada proses fermentasi. Lama pemeraman akan mempengaruhi turunnya nilai total padatan, meningkatnya nilai *overrun* atau daya kembang, dan mempercepat waktu leleh (Achmad dkk., 2012).

Nilai *overrun* merupakan persentase peningkatan volume yaitu pengembangan es krim sebelum dan sesudah proses pembekuan, dimana nilainya dinyatakan dalam persentase (Hadiwiyoto, 1983). Pengembangan es krim oleh udara masih diperbolehkan hingga dua kali volume adonannya atau maksimum 100% *overrun*. Jika nilai *overrun* terlalu tinggi, es krim terasa cair dan tidak begitu dingin (Ismunandar, 2004).

Es krim memiliki mutu yang baik jika memiliki waktu leleh sekitar 10-15 menit dan ketika meleleh memiliki sifat yang serupa dengan adonan aslinya (Hubies dkk., 1996). Waktu pelelehan sangat dipengaruhi oleh total padatan yang terkandung dalam es krim (Buckle dkk., 1987). Total padatan merupakan seluruh komponen penyusun es krim kecuali kadar air (Hadiwiyoto, 1983). Standar total padatan es krim secara komersial adalah 35-50% (Achmad dkk., 2012).

B. Deskripsi dan Kandungan Gizi Ubi Gembili, Pisang dan Secang

a. Ubi Gembili

Gembili (*Dioscorea esculenta* L.) merupakan salah satu jenis umbi famili *Dioscoreacea* selain *Dioscorea bulbilfera*, *Dioscorea pentaphylla*, *Dioscorea hispida*, dan *Dioscorea alata* yang terdapat di Indonesia. Famili *Dioscoreacea* adalah mampu tumbuh di bawah tegakan hutan dan termasuk tanaman subsiten, yaitu tidak termasuk tanaman yang dibudidayakan dan pemanfaatannya masih terbatas. Salah satu keunggulan yang dimiliki famili ini adalah mengandung senyawa bioaktif yang bersifat fungsional, selain sebagai bahan pangan (Prabowo

dkk., 2014). Kandungan Gizi dalam 100 g umbi gembili dapat dilihat pada Tabel 4.

Tabel 4. Kandungan Gizi Umbi Gembili / 100 g

Zat Gizi	Satuan	Jumlah
Protein	g	1,10
Lemak	g	0,20
Karbohidrat	g	31,30
Serat	g	1,00
Abu	g	14,00
Kalsium	mg	56,00
Fosfor	mg	0,60
Besi	mg	-
Beta karoten	SI	0,08
Vitamin B1	mg	4,00
Vitamin C	mg	66,40
Air	g	85,00

(Sumber : Yuniar, 2010)

b. Pisang Tanduk

Pisang merupakan salah satu komoditi pertanian yang banyak digemari masyarakat. Salah satu jenis pisang yang banyak digemari dan dimanfaatkan adalah pisang tanduk. Pisang tanduk memiliki permukaan batang semu berwarna kuning kehijauan serta variasi lekukan tangkai daun tepi menutup (melengkung) (Kasrina & Zulaikha, 2013).

Pisang tanduk memiliki variasi bentuk pangkal daun berkecuping dengan kedua sisi membulat dan bentuk ujung daun berbentuk setengah rata dengan satu sisi rata satu sisi tumpul. Susunan braktea bunga pisang tanduk yaitu tergulung bersama, sedangkan bentuk buah pisang tanduk yaitu bulat melengkung/melengkung. Umumnya, pisang tanduk banyak dimanfaatkan menjadi kripik pisang (Kasrina & Zulaikha, 2013).

Pisang tanduk merupakan salah satu jenis pisang yang mempunyai kandungan gizi yang cukup baik terutama kandungan mineral dan vitaminnya. Buah pisang banyak mengandung vitamin B kompleks (1,10 mg/100 g) dan kandungan mineral kalium (310 mg/100 g). Selain itu, pisang mengandung vitamin C dan mineral seperti fosfor dan besi (Direktorat Gizi Departemen Kesehatan RI, 1981). Hampir 100% kandungan zat besi pada pisang dapat diserap tubuh dibandingkan sumber nabati lainnya. Berdasarkan berat kering per 100 gram 3 buah pisang terkandung zat besi sebesar 2 mg dan seng 0,8 mg (Khomsan & Anwar, 2008).

Agar potensi pisang dapat dimanfaatkan secara optimal, perlu adanya upaya diversifikasi pengolahan terhadap pisang mengingat banyak manfaat yang dapat diambil dari pisang. Salah satu upayanya dengan mengolahnya menjadi tepung pisang. Tepung pisang merupakan suatu alternatif pengawetan pisang karena pisang termasuk buah-buahan yang mudah rusak (*perishable*). Jika dibandingkan dengan pisang segar dan olahan pisang lainnya (molen, sale, kripik, kolak, pisang goreng), tepung pisang mempunyai beberapa keunggulan (Setyadi, 2016).

Keunggulannya tepung pisang yaitu lebih tahan disimpan, ekonomis, mudah dicampur (dibuat komposit) dan diperkaya zat gizi (fortifikasi), dapat digunakan untuk membuat berbagai jenis produk pangan (seperti *cookies*, kue, biskuit dan makan pendamping ASI) dan jangkauan pemasarannya cukup luas (Setyadi, 2016). Tepung pisang

dapat tahan disimpan selama 8,3 bulan dalam kemasan plastik PE pada suhu penyimpanan 30 °C dan RH 75 %. Bila disimpan pada suhu dan RH lebih rendah akan memperpanjang masa simpannya (Dian, 2010).

Tepung pisang memiliki rasa dan bau (*flavor*) yang khas, oleh karenanya dapat disubstitusi dalam proses pengolahan bahan pangan. Kebanyakan tepung pisang di pasaran terbuat dari pisang yang masih berwarna hijau. Hal ini dikarenakan pisang yang masih hijau memiliki kandungan serat pangan dan pati yang tinggi yang bermanfaat untuk kesehatan manusia (Juarez dkk., 2006).

Kandungan terbesar pada tepung pisang adalah pati, dimana granula pati ini baik digunakan untuk memperbaiki tekstur dan konsistensi makanan karena perannya yang baik sebagai bahan baku biopolimer (Setiawan, 2017). Pati dapat berperan sebagai bahan pengental (*thickening agent*) yang berpengaruh pada viskositas *yoghurt* serta dapat memperbaiki tekstur, *mouthfeel* dan mencegah sineresis. Hal ini dikarenakan pati terdiri dari 2 jenis polimer yaitu amilosa dan amilopektin. Amilosa merupakan polimer linear dan memiliki kemampuan untuk membentuk gel setelah pati tergelatinisasi dan membentuk pasta, sedangkan amilopektin merupakan polimer bercabang yang berperan dalam pembentukan pasta yang bersifat lengket (kohesif) dan elastis (*gummy texture*) (Pramitanigrum, 2011).

Selama pengolahan pati dapat mengalami perubahan yaitu gelatinisasi dan pembentukan pasta, oleh karenanya pati dapat

mengubah/mengendalikan tekstur bahan pangan. Proses ini ditunjukkan dengan adanya pelarutan pati, pengentalan dan peningkatan viskositas (Alakali dkk., 2007; Najgebauer-Lejko dkk., 2007). Tepung pisang baik dari pisang tanpa fermentasi maupun dari pisang fermentasi memiliki granula pati tipe C, yaitu granula pati campuran dari tipe A dan B. Granula tipe A memiliki amilosa dengan berat molekul lebih kecil, tingkat kristalinitas lebih tinggi dan cabang amilopektin lebih pendek, sedangkan granula tipe B memiliki amilosa dengan berat molekul lebih besar, tingkat kristalinitas lebih rendah, dan cabang amilopektin lebih panjang (Hizukuri, 1961; Waliszewski dkk., 2002; Soto dkk., 2007). Menurut Abdillah (2010), sifat kimia dan fisik empat jenis pisang lokal dapat dilihat pada Tabel 5.

Tabel 5. Sifat Kimia Dan Fisik Beberapa Jenis Pisang Lokal

Hasil Analisis	Tepung Pisang			
	Kepok	Siam	Uli	Tanduk
Kadar air (%bk)	11,99	11,48	11,05	16,16
Kadar pati (%bk)	65,71	61,96	68,96	73,65
Kadar amilosa (%bk)	37,49	30,37	35,72	39,35
Kadar amilopektin (%bk)	62,51	69,63	64,28	60,65
Pati resisten (%bk)	2,87	2,78	2,72	2,50
Serat pangan (%bk)	10,13	9,65	9,36	7,33
Daya cerna pati (%bk)	45,96	42,76	27,72	42,55
Derajat putih (%)	62,45	63,36	51,18	75,28

Keterangan :

bk = basis kering

Kadar amilosa = 100 % tepung pisang bebas lemak dan gula

Tepung pisang dibuat dari pisang pada kondisi $\frac{3}{4}$ kematangan (80 hari setelah berbunga). Hal ini dikarenakan pada kondisi ini terbentuk rasa asam dan manis yang seimbang karena komponen tanin sebagian besar telah terurai menjadi senyawa fenol dan ester aromatik selain itu

pembentukan pati pada pisang telah mencapai maksimum. Jika digunakan pisang yang terlalu matang akan dihasilkan sedikit rendemen tepung dan akan terbentuk cairan selama proses pengeringan (Crowther, 1979).

Hal ini disebabkan kandungan pati pada pisang matang lebih rendah daripada pisang mentah, karena sebagian besar kandungan pati telah terhidrolisis menjadi gula-gula sederhana, oleh karenanya pisang matang akan memiliki rasa lebih manis. Namun, jika digunakan pisang yang terlalu muda maka akan terbentuk rasa sepat dan pahit pada tepung pisang yang dihasilkan karena sangat rendahnya kandungan pati dan masih tingginya kandungan tanin pada pisang (Crowther, 1979).

c. Secang

Kayu secang mengandung brazilin, brazilein, tanin, asam galat, resin, d- α -phellandrene dan resorsin (Dalimartha, 2009). Pemanfaatan kayu secang di Indonesia masih sangat terbatas, yaitu hanya sebatas pewarna merah pada minuman. Biji tumbuhan ini berfungsi sebagai bahan sedatif, kayu dan batangnya dapat mengobati TBC, diare, dan disentri, sedangkan daun-daunnya dapat dimanfaatkan untuk mempercepat pematangan buah pepaya dan mangga (Sari & Suhartati, 2016). Kayu secang memiliki aktivitas antibakteri yaitu dengan nilai *minimal inhibitory concentration* (MIC) sebesar 1,18 gr% dan nilai *minimal bactericidal concentration* (MBC) sebesar 12,5 gr% (Suryani, 2002). Warna yang ditimbulkan oleh *brazilin* dipengaruhi oleh kadar keasaman (pH) dapat dilihat pada Tabel 6 dan bentuk kulit kayu secang dapat dilihat pada Gambar 1.

Tabel 6. Warna Pigmen Ekstrak Kayu Secang dengan Perubahan pH

pH	Warna
2-5	Kuning orange
6-7	Merah muda
>7	Merah keunguan

(Sumber: Rina dkk., 2012)



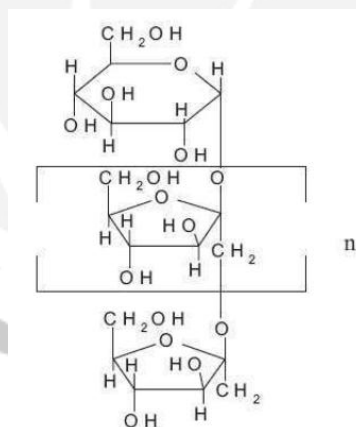
Gambar 1. Kulit Kayu Secang

C. Umbi Gembili dan Pisang Tanduk sebagai Sumber Prebiotik

Prebiotik merupakan bahan yang tidak dapat dicerna, sehingga secara tidak langsung meningkatkan kesehatan saluran pencernaan dengan secara selektif mendorong peningkatan pertumbuhan satu atau lebih mikroorganisme baik dalam saluran pencernaan. Salah satu jenis prebiotik adalah oligosakarida. Bahan pangan dapat berfungsi sebagai prebiotik jika, (1) tahan terhadap keasaman lambung, (2) tidak dapat dihidrolisis oleh enzim mamalia, (3) tidak dapat diserap di saluran cerna bagian atas, (4) dapat difermentasi oleh mikroflora saluran cerna, (5) serta secara selektif dapat menstimulasi pertumbuhan atau aktivitas bakteri saluran cerna, sehingga dapat menimbulkan efek kesehatan yang menguntungkan (Gibson & Roberfroid, 1995).

Prebiotik yang umum digunakan adalah inulin dan FOS. Inulin merupakan salah satu jenis serat pangan larut air, yang dapat terfermentasi

dalam usus dan menghasilkan asam lemak rantai pendek (*short-chain fatty acids*/SCFAs). SCFAs yang dihasilkan salah satunya adalah asam propionat yang berfungsi menghambat sintesis asam lemak dan kolesterol di hati, sehingga kadar kolesterol darah rendah (Roberfroid, 1993; Trautwein dkk., 1998; Delzenne & Kok, 2001). Inulin terdiri dari monomer fruktosa yang dihubungkan dengan ikatan (2-1) β -D-Fructofuranocyl, struktur inulin dapat dilihat pada Gambar 2. Inulin memiliki derajat polimerisasi sekitar 70 (Kulminskaya dkk, 2003).



Gambar 2. Struktur Inulin (Azhar, 2009)

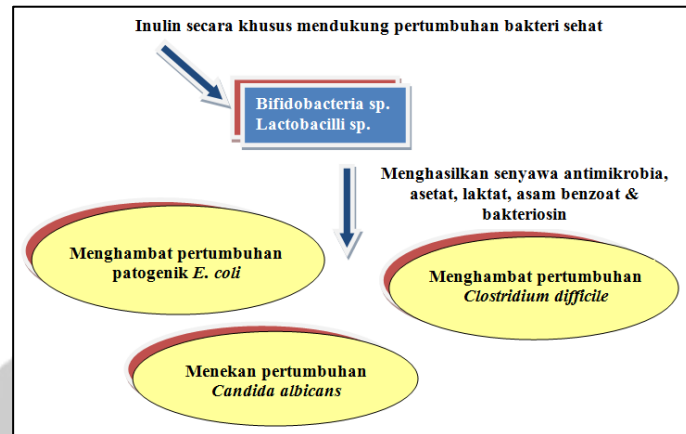
Umbi gembili (*Dioscorea esculenta*) merupakan bahan pangan tinggi inulin yaitu 14,77% berat keringnya, paling tinggi jika dibandingkan dengan umbi lainnya. Kadar asam propionat yang dihasilkan dari fermentasi inulin umbi gembili oleh bakteri *Lactobacillus bulgaricus* dan *Streptococcus thermophilus* adalah sebesar 52,51 ppm (Winarti dkk., 2011; Boeni dan Pourahmat, 2012; Karlin & Rahayuni, 2014). Rata-rata kadar inulin beberapa varietas umbi (*Dioscorea spp.*) dapat dilihat pada Tabel 7.

Tabel 7. Nilai Kadar Inulin Beberapa Varietas Umbi (*Dioscorea spp.*)

Varietas umbi	Kadar Inulin (%)	Notasi	DMRT 5%
Gembili	14,629	a	-
Umbi Kuning kulit cokelat	13, 723	a	2,259
Umbi Kuning	12,529	ab	2,236
Gembolo	11,042	b	2,206
Umbi ungu	7,227	c	2, 148

(Sumber : Sardesai, 2003)

Inulin mampu meningkatkan pertumbuhan *Bifidobacterium adolescentis*, *B. longum*, *Bifidobacterium breve*, *Bifidobacterium infantis*, *Lactobacillus plantarum*, *Lactobacillus delbruechii*, *Lactobacillus reuteri*, *Lactobacillus rhamnosus*, dimana bakteri tersebut akan memfermentasi inulin menjadi asam lemak rantai pendek dan asam laktat yang mengakibatkan pH kolon menurun, sehingga dapat menghambat pertumbuhan *Escherischia coli* dan *Clostridia* (Pompei dkk., 2008; Sundari dkk., 2014). Penambahan 2 % inulin dalam *yoghurt* sinbiotik yang didalamnya mengandung *L. casei* dan *L. acidophilus* dapat meningkatkan kualitas organoleptik dan jumlah bakteri probiotiknya (Winarti dkk., 2011; Boeni & Pourahmat, 2012). Konsumsi 18 g inulin per hari dapat menurunkan kadar kolesterol darah hingga 8,7 % pada wanita maupun pria yang mengalami hiperkolesterolemia (Davidson & Maki, 1999). Uji kualitatif inulin dapat dilakukan dengan menggunakan resorsinol dalam larutan HCl yang akan menghasilkan warna merah (Yumizar, 1989). Mekanisme inulin menstimulasi *Bifidobacteria* dan *Lactobacili* dapat dilihat pada Gambar 3.



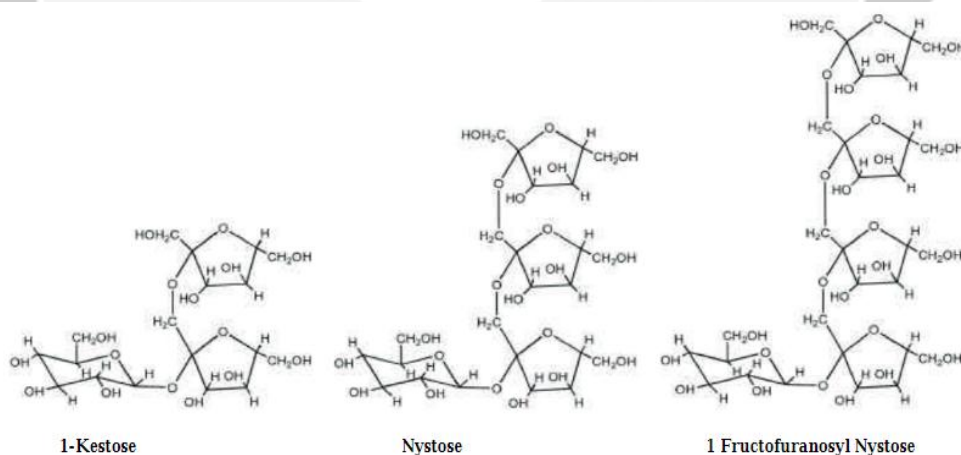
Gambar 3. Mekanisme Inulin Menstimulasi *Bifidobacteria* dan *Lactobacilli* dan Menekan Mikroba Patogen (Tungland, 2000).

Fruktooligosakarida (FOS) yang berperan sebagai prebiotik yang memiliki efek menguntungkan terhadap mikroflora usus dengan merangsang pertumbuhan dan atau aktivitas sejumlah bakteri di usus besar dan mengurangi penyerapan lipid disertai dengan peningkatan ekskresi lipid melalui feses (Costa dkk., 2015). Adanya proses fermentasi FOS akan menghambat pertumbuhan bakteri patogen dengan meningkatkan pertumbuhan bakteri baik di kolon, sehingga terbentuk suasana asam pada saluran pencernaan. Prebiotik memiliki efek mendorong/merangsang secara selektif peningkatan pertumbuhan bakteri baik pada saluran pencernaan seperti *Bifidobacteria* dan *Lactobacilli* dalam usus (Kusumaningrum, 2011).

FOS (Fruktooligosakarida) merupakan salah satu jenis oligosakarida yang masuk serat pangan tak tercerna. Pisang merupakan bahan pangan yang mudah ditemui dan memiliki kandungan FOS relatif tinggi. Secara umum, pada pisang matang terkandung 2 mg/g FOS (Campbell dkk., 1997). Penambahan 1 % FOS pada *yoghurt* sinbiotik dapat meningkatkan jumlah bakteri asam laktat (*L. acidophilus*, *Bifidobacterium* sp., dan *Streptococcus thermophilus*) (Bouhnik dkk., 2007). Kombinasi probiotik dan prebiotik yang

cocok atau kompatibel dapat meningkatkan ketahanan hidup dan aktivitas probiotik, contohnya FOS (fruktooligosakarida) yang dikombinasikan dengan strain *Bifidobacteria* atau *Lactobacilli* (Gibson & Roberfroid, 1995).

Menurut Tsai (2016), Fructooligosaccharides (FOS) adalah campuran oligosakarida yang terdiri dari molekul sukrosa (glukosa-fruktosa disakarida, GF1) yang dihubungkan dengan satu (GF2), atau dua (GF3) atau tiga (GF4) unit fruktosa tambahan yang dikat oleh ikatan β 2-1 glikosidik ke unit fruktosa dari sukrosa. FOS terdiri dari 3 molekul berbeda, masing-masing mengandung residu glukosa terminal dan 2, 3, atau 4 residu fruktosa, yang masing-masing disebut GF2, GF3, dan GF4, juga disebut sebagai 1 kestosa, nistosa, dan fruktofuranosilnistosa (Gambar 4).



Gambar 4. Struktur FOS (Sridevi dkk., 2014)

Pisang merupakan salah satu komoditi pertanian yang tinggi karbohidrat yang komponen utamanya pati (Zhang dkk., 2005). Pisang tanduk (*Musa paradisiaca fa.corniculata*) memiliki kandungan pati dan amilosa sebesar 71,73% dan 32,99% berat kering dan kandungan FOS pada tepung pisang

tanduk sebesar 6,08%. Tingginya kandungan pati dan FOS pada pisang tanduk membuat pisang tanduk memiliki potensi sebagai sumber prebiotik (Jenie dkk., 2009; Karlin & Rahayuni, 2014).

Pati pisang termasuk jenis pati resisten tipe III, yaitu jenis pati retrogradasi yang terbentuk melalui proses pengolahan makanan dan memiliki kelebihan yaitu bersifat sangat stabil selama pemanasan, karena sifat fungsionalnya ini, pati pisang tidak mengalami perubahan selama pengolahan sehingga potensial sebagai alternatif *ingredient* pangan. Jenis pati ini meningkatkan jumlah bakteri *Lactobacillus* pada fekal dan sekum tikus (Bird dkk., 2000) dan meningkatkan jumlah *Bifidobacteria* (bersifat bifidogenik) setelah diujikan ke manusia. Pati resisten tipe III mampu menekan pertumbuhan bakteri patogen *Escherichia coli*, total koliform dan dibuktikan dengan penurunan *E.coli* dalam kolon menjadi 6 log cfu/g dari 7-8 log cfu/g (Crittenden, 2005, Topping dkk., 2003).

Selain berfungsi sebagai substrat bagi pertumbuhan BAL, tekstur dan rasa *yoghurt* juga dipengaruhi oleh konsentrasi prebiotik. Semakin tinggi penambahan konsentrasi prebiotik maka *yoghurt* akan semakin kental. Hal ini disebabkan karena prebiotik akan digunakan BAL dalam proses fermentasi sehingga menyebabkan penurunan pH *yoghurt* hingga pH isoelektrik (4-4,5). Ketika pH mencapai pH isoelektrik, kelarutan protein menurun dan protein akan menggumpal. Selain itu penambahan bahan yang tinggi kandungan pati akan memberikan tekstur kental melalui proses gelatinisasi (Rosa, 2010).

D. Deskripsi *L. acidophilus* dan *B. longum* sebagai Probiotik

Bakteri asam laktat (BAL) merupakan jenis bakteri yang aman dan dapat ditambahkan pada produk pangan karena umumnya merupakan mikroba yang tidak beresiko terhadap kesehatan yaitu memenuhi status GRAS (*Generally Recognized As Safe*), tidak bersifat toksik, dan tidak menghasilkan toksin. Beberapa jenis bakteri asam laktat justru memiliki manfaat bagi kesehatan (Fuller, 1992). BAL biasa digunakan sebagai *starter* dalam proses pembuatan produk *yoghurt* karena kemampuannya dalam membentuk asam laktat dari laktosa selama fermentasi (Axelsson, 2004). Jenis BAL yang digunakan sebagai starter yaitu *Lactobacillus Bulgaricus*, *L. acidophilus*, *Streptococcus thermophilus* dan *Bifidobacterium* (Kusumaningrum, 2011).

L. acidophilus merupakan bakteri berbentuk batang, berkoloni seperti rantai, dan tergolong bakteri Gram positif, tidak membentuk spora serta katalase negatif. *L. acidophilus* merupakan salah satu mikroflora alami pada saluran pencernaan manusia dan mampu memfermentasi karbohidrat dan menghasilkan asam laktat. Bakteri ini digolongkan ke dalam bakteri homofermentatif karena mampu memfermentasi gula-gula atau karbohidrat yang hanya menjadi asam laktat melalui jalur glikolisis (Salminen & Wright, 1998).

Bifidobacterium merupakan bakteri Gram positif, tidak membentuk spora, bersifat anaerob, tidak bergerak, dan termasuk golongan bakteri heterofermentatif sehingga mampu menghasilkan asam asetat dan asam laktat tanpa menghasilkan CO₂. Salah satu strain *Bifidobacterium* yang berperan

sebagai prebiotik adalah *B. longum* (Kusumaningrum, 2011). *Bifidobacterium* mampu hidup pada pH 4 dengan suhu optimum pertumbuhan 31-37°C (Dudk., 1998). *Bifidobacterium* memiliki koloni berwarna putih susu krem, berbentuk bulat, katalase negatif dan oksidase pesitif (Habibillah, 2009).

Asam laktat merupakan salah satu senyawa yang dihasilkan akibat proses fermentasi gula oleh BAL. Kandungan asam laktat pada *yoghurt* sinbiotik dipengaruhi oleh total BAL, dimana semakin tinggi BAL yang terkandung pada *yoghurt*, maka kandungan asam laktat yang dihasilkan juga semakin tinggi. Peningkatan kandungan asam laktat selama proses fermentasi produk *yoghurt* sinbiotik akan mempengaruhi nilai pH. Hal ini berarti, bahwa semakin tinggi kandungan asam laktat yang dihasilkan, maka semakin rendah/turun nilai pH pada *yoghurt* sinbiotik sehingga timbul rasa asam (Kusumaningrum, 2011)

E. Hipotesis

1. Kombinasi filtrat umbi gembili dan tepung pisang tanduk memberikan pengaruh terhadap kualitas sifat kimia, fisik, mikrobiologis dan organoleptik pada es krim *yoghurt* sinbiotik.
2. Kombinasi filtrat umbi gembili 12 % dan tepung pisang tanduk 2 % memiliki kualitas es krim *yoghurt* sinbiotik terbaik.